



NACIONES UNIDAS
CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO
CCE/SC.5/GRIE/III/5
Enero de 1976

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA
DEL ISTMO CENTROAMERICANO
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE ELECTRIFICACION
Y RECURSOS HIDRAULICOS
Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE)



Tercera reunión
México, D. F., 20 y 21 de mayo de 1976

Anexo 3

**CARACTERISTICAS Y COSTOS DE CENTRALES TERMoeLECTRICAS EN EL
ISTMO CENTROAMERICANO**

Informe preparado por el señor Ernesto Richa H. para el Estudio sobre Interconexión Eléctrica en el Istmo Centroamericano, bajo la dirección y coordinación de la Sección de Recursos Naturales y Energía de la CEPAL, Subsede en México, financiado por el Banco Centroamericano de Integración Económica.



INDICE

	<u>Página</u>
Símbolos empleados	v
I. Introducción	1
II. Características de las centrales	3
1. Potencia	3
2. Rendimientos	4
3. Inversión	5
4. Costos de operación y mantenimiento	6
5. Escalamiento de precios	8
Cuadros	
1 Guatemala. INDE: Características de unidades termoeléctricas	10
2 El Salvador. CEL: Características de unidades termoeléctricas	11
3 Honduras. ENEE: Características de unidades termoeléctricas	12
4 Nicaragua. ENALUF: Características de unidades termoeléctricas	13
5 Costa Rica. ICE: Características de unidades termoeléctricas	14
6 Panamá. IRHE: Características de unidades termoeléctricas	15
7 Istmo Centroamericano: Rendimiento, inversión y costos de operación y mantenimiento de unidades diesel	16
8 Istmo Centroamericano: Rendimiento, inversión y costos de operación y mantenimiento de turbinas a gas	17
9 Istmo Centroamericano: Rendimiento, inversión y costos de operación y mantenimiento de centrales a vapor	18
10 Istmo Centroamericano: Costos de combustible en las centrales de generación a diciembre de 1974	19
11 Istmo Centroamericano: Centrales termoeléctricas: Desglose de la inversión en costos directos e intereses durante la construcción	20
12 Istmo Centroamericano: Costos directos e intereses durante la construcción de centrales termoeléctricas	21

1944

1945

1946

1947

1948

1949

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

1962

1963

1964

1965

1966

1967

1968

1969

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

SIMBOLOS EMPLEADOS

...	Los datos faltan o no constan por separado
-	Cantidad nula o de escasa significación
\$CA	Peso centroamericano (equivalente al dólar de los Estados Unidos)
Mils	Milésimos de dólar o de peso centroamericano
Ton	Tonelada métrica
kWh	Kilovatio-hora
GWh	Gigavatio-hora (10^6 kWh)
MV	Megavatio

THEORY OF THE CASE

The first step in the theory of the case is to identify the facts.

The second step is to identify the legal issues.

The third step is to identify the applicable law.

The fourth step is to identify the relevant facts.

The fifth step is to identify the relevant law.

The sixth step is to identify the relevant facts.

The seventh step is to identify the relevant law.

The eighth step is to identify the relevant facts.

I. INTRODUCCION

El presente informe ha sido elaborado siguiendo los lineamientos contenidos en los términos de referencia preparados por la Sección de Recursos Naturales y Energía de la Subsección de la CEPAL en México, como parte del estudio de interconexión de los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano.

La información sobre los aspectos técnicos y económicos de las centrales en operación fue suministrada por las empresas en los formularios preparados por la CEPAL y se analizó y comparó con los resultados obtenidos en otros estudios regionales y con los informes estadísticos de las empresas y de los organismos reguladores. La labor se inició en la CEPAL y fue completada con visitas a los seis países del área.

En los casos en que no fue posible obtener la información o desglosarla por central, se estimaron valores con base en resultados de: a) centrales similares en otros países de la región; b) la misma central en períodos anteriores, o c) estudios sobre nuevos proyectos en el Istmo.

/II. CARACTERISTICAS

II. CARACTERÍSTICAS DE LAS CENTRALES

Las características técnicoeconómicas de las unidades termoeléctricas en operación y las programadas para el período del estudio (1975-2000) aparecen tabuladas en los cuadros 1 a 6. Son el resultado del análisis de la información suministrada por las empresas, complementada con datos obtenidos de otras fuentes según se indica en cada caso.

Con relación a las unidades que se instalarán en el futuro se adoptaron criterios uniformes para toda la región. Con base en ello, en algunos casos, fue preciso modificar los valores estimados por las empresas.

A continuación se analiza la información disponible y se resumen los criterios utilizados.

1. Potencia

Cuando las empresas no suministraron información sobre la potencia firme de las nuevas unidades o de algunas de las que ya se encuentran en operación, ésta se calculó restando a la potencia nominal la utilizada en los servicios auxiliares y las pérdidas en transformación. Para ello se estimaron los siguientes porcentajes:

	<u>Porcentaje de la potencia nominal</u>
a) Unidades de vapor	6
b) Turbinas a gas y unidades de diesel	2.5
c) Unidades geotérmicas	5.0

El dato sobre unidades geotérmicas se tomó de la información suministrada por El Salvador, único país del área con experiencia en la operación de este tipo de centrales.

2. Rendimientos

2. Rendimientos

El rendimiento de las unidades se calculó en kilocalorías por kilovatio-hora generado.

En los casos en que el rendimiento se obtuvo en términos de kWh por galón de combustible se realizó la conversión a kCal/kWh utilizando las siguientes características promedio del combustible:

	<u>Diesel</u>	<u>Bunker C</u>
Densidad	0.85	0.95
Poder calorífico	-	-
KCal/Kg	10 500	9 700
KCal/gal	33 750	34 874
KCal/barril	1 417 500	1 464 700

Para las unidades existentes y futuras cuyo rendimiento no fue suministrado por las empresas se efectuaron estimaciones basadas en los rendimientos de unidades similares de la región o de otros países. (Véanse los cuadros 7,8 y 9.) Para la presente nota se utilizaron los siguientes valores:

<u>Unidades Diesel (MW)</u>	<u>KCal/kWh</u>
0 - 5	2 800
5 - 10	2 500
<u>Turbinas a gas (MW)</u>	
0 - 15	4 200
15- 25	3 600
<u>Centrales a vapor (MW)</u>	
50	2 800
75	2 500
100	2 460
125	2 440
150	2 420
200	2 390

/3. Inversión

3. Inversión

La inversión en unidades diesel de velocidad intermedia actualmente en operación varía entre 115 pesos centroamericanos por kilovatio instalado en la central de Santa Fé, Honduras, en 1968 y 211 pesos para las realizadas durante 1975 en varias unidades de Panamá. En las unidades de baja velocidad que utilizan Bunker C como combustible la experiencia centroamericana se limita a Costa Rica con unidades de 2.97 y 3.83 MW instaladas entre 1956 y 1962, a un costo promedio de 179 pesos centroamericanos por kW, y a Honduras con cuatro unidades de 6.6 MW en La Ceiba, instaladas en 1974 con una inversión de 168 pesos centroamericanos por kW. En algunos estudios de consultas realizadas en Honduras se estima un costo de 201 pesos centroamericanos por kW para unidades de 12 MW en 1974. Por otro lado, el ICE de Costa Rica estima que la inversión para unidades de 8.0 MW en 1977 sería de 345 pesos por kW. (Véase el cuadro 7.)

El costo promedio de las turbinas a gas menores de 15 MW instaladas en el Istmo entre 1964 y 1974 oscila entre 90 y 149 pesos centroamericanos por kW, con un promedio de 120 pesos centroamericanos/kW. La unidad más reciente en este rango es la de Miraflores en Honduras, cuyo costo fue de 126 pesos centroamericanos/kW. Entre 1972 y 1974 se instalaron en Costa Rica y en El Salvador unidades con potencias de 18.0 a 22.1 MW, a un costo promedio de 145 pesos centroamericanos/kW.

Para determinar la inversión en nuevas centrales a vapor en el área, se compararon los costos de centrales existentes con unidades de 30MW o mayores, y se analizaron los costos estimados por las empresas y firmas consultoras en los programas de expansión de los sistemas. (Véase el cuadro 9.) Las cifras obtenidas indican que el costo por kW de las unidades en operación oscila entre 133 y 278 pesos centroamericanos por kW, con un valor promedio de 202 pesos centroamericanos/kW. La última de estas unidades fue la No. 4 de Bahía Las Minas en Panamá, cuya construcción se concluyó en 1974 a un costo de 266 pesos centroamericanos por kW.

La experiencia centroamericana en centrales geotérmicas se limita a una unidad que se encuentra en operación en El Salvador y cuya instalación fue terminada en 1975, a un costo de 817 pesos centroamericanos por kW.

/Actualmente se

Actualmente se construye una segunda unidad que se estima costará 683 pesos centroamericanos/kW ya que habrán de utilizarse algunas de las instalaciones construidas con la primera. La inversión promedio en las dos unidades será de aproximadamente 750 pesos centroamericanos por kW.

Los valores que se adoptarán en unidades futuras serán los siguientes:

	<u>Inversión</u> (Pesos centroamericanos/kW)
<u>Unidades diesel (MW)</u>	
0 - 5 (velocidad intermedia)	200
Mayores de 5 (baja velocidad)	250
<u>Turbinas a gas (MW)</u>	
0 - 15	175
15 - 30	160
<u>Centrales a vapor (MW)</u>	
50	320
75	295
100	280
125	270
150	265
200	255
<u>Centrales Geotérmicas</u>	750

4. Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento de las centrales de generación se pueden clasificar en dos categorías: a) los costos fijos, que son aquellos que no dependen de la producción de la central (sueldos y salarios del personal de supervisión y operación, alquileres, seguros, material y mano de obra para el mantenimiento de las obras civiles), y b) los costos variables, que dependen directamente de la cantidad de energía generada. Se subdividen a su vez en costos de combustible y en otros costos, que incluyen el mantenimiento de las unidades (piezas y salarios), lubricantes, agua para calderas y sistemas de enfriamiento.

En el caso de las centrales a vapor, solamente se considera como costo variable el del combustible, ya que su mantenimiento es prácticamente independiente de la producción.

Al igual que para la inversión, y el rendimiento de las unidades, se analizaron los datos suministrados por las empresas sobre centrales en operación y las cifras utilizadas por firmas consultoras. (Véanse los cuadros 7, 8 y 9.) La información permite obtener una relación entre los costos fijos y la potencia de las unidades. Para los costos variables, sin embargo, los datos son escasos y muestran serias discrepancias entre centrales similares. A fin de estimar costos que puedan servir de base al estudio de interconexión se actualizaron otros informes^{1/} a los niveles de precios de 1974. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tipo y potencia de las unidades	Costos fijos (\$CA/kW/año)	Costos variables (No incluye combustible) (\$CA/kWh)
<u>Diesel (MW)</u>		
0 - 5	6.0	0.6
Mayores de 5	4.0	0.4
<u>Gas (MW)</u>		
0 - 15	3.0	0.4
15 - 30	2.0	0.4
<u>Vapor (MW)</u>		
50	10.0	-
75	10.0	-
100	9.0	-
125	9.0	-
150	8.0	-
200	8.0	-
<u>Geotérmicas (MW)</u>		
30 - 50	8.0	-

El costo variable de generación correspondiente al combustible se puede calcular con base en los rendimientos de las unidades y los precios del combustible en cada una de las centrales, según se detalla en el cuadro 10.

1/ La interconexión eléctrica en el Istmo Centroamericano. Características de centrales térmicas, (CEPAL/MEX/69/3), marzo de 1969.

5. Escalamiento de precios

En consideración a lo imprevisible de la variación en los precios de los combustibles en los próximos años, se acordó con el coordinador del estudio de interconexión en la CEPAL utilizar para este informe precios a diciembre de 1974. Al analizar las diferentes alternativas de desarrollo de los sistemas aislados o interconectados se llevarán a cabo estudios de sensibilidad de los resultados para diferentes variaciones en los precios de combustible.

Los costos de operación y mantenimiento se basaron también en precios reales y estimados para el año 1974.

Los costos por kW se estimaron a precios de 1974. Para unidades futuras estas cifras fueron escalonadas según los siguientes índices:

	<u>Porcentaje/año</u>
Unidades diesel	3.0
Turbinas a gas	3.0
Centrales a vapor	4.0
Centrales geotérmicas	4.0

Estos índices corresponden a aumentos de costos de construcción de centrales termoeléctricas en los Estados Unidos de Norteamérica de 1961 a 1974.^{2/} Debido al alto componente del precio del equipo en el costo total de las centrales, se ha considerado que las variaciones en el Istmo Centroamericano serán similares a las de dicho país.

6. Costos directos e intereses durante la construcción

Con base en datos suministrados por algunas de las empresas se estimaron los períodos de construcción y las inversiones por año para cada tipo de central, expresadas en porcentos de la inversión total. Los intereses que deberán ser cargados a la construcción fueron estimados tomando en cuenta los porcentajes de la inversión por año y una tasa de interés promedio de 8% anual.

2/ Handy Whitman Index.

En el caso de las centrales a vapor y geotérmicas en las que los periodos de construcción fueron estimados en tres y cuatro años, respectivamente, el interés durante la construcción representa el 10% de la inversión total. Para las unidades diesel y turbinas a gas se estimó que toda la inversión podría realizarse en un año, lo que reduciría los intereses de la construcción al 5% de la inversión.

En el cuadro 11 se detallan los porcentajes adoptados en el desglose de la inversión según el tipo de central, y en el cuadro 12 se muestran los resultados al aplicarlos a las inversiones estimadas en las centrales futuras.

Cuadro 1
GUATEMALA. INDE: CARACTERISTICAS DE UNIDADES TERMoeLECTRICAS^{a/}

Central	Año de insta- lación	Tipo y No. de unida- des b/	Potencia (MW)			Consumo promedio (kCal/kWh)	Inversión c/		Costos d/ fijos anua- les de op. y mantenim. (miles \$CA)	Costos variables (cent.de \$ CA/kWh)d/		
			Nominal		Firme total		Total (miles de pesos CA)	Por kW instalado (\$CA)		Combustible	Otros	Total
			Por uni- dad	Total								
<u>Existentes</u>				113.80	110.10							
San Felipe	1964	2-D	0.50	1.00	0.90	2 680	165	165	5	2.9	0.3	3.2
San Felipe	1974	1-D	0.50	0.50	0.50	2 680	82	165	3	2.9	0.3	3.2
Castellana	1952	5-D	1.00	5.00	4.50	2 750	690	138	32	3.2		3.2
Laguna	1957	4-D	1.00	4.00	3.80	2 750	552	138	26	3.2		3.2
Meléndrez	1971	1-D	1.35	1.35	1.00	2 990	222	164	13	3.2	0.2	3.4
San Felipe	1965	1-D	1.44	1.44	1.40	2 680	238	165	8	2.9	0.2	3.1
Escuintla	1965-68	2-G	12.50	25.00	25.00	4 300	3 500	140	80 ^{e/}	4.9	0.4 ^{e/}	5.3
Laguna	1964	1-G	12.50	12.50	10.00	4 300	1 864	149	43 ^{e/}	5.0	0.4 ^{e/}	5.4
Laguna	1961	2-V	3.50	7.00	7.00	3 390	1 365	195	52 ^{e/}	2.8	-	2.8
Laguna	1961	2-V	11.50	23.00	23.00	3 390	4 485	195	170 ^{e/}	2.8	-	2.8
Escuintla	1972	1-V	33.00	33.00	33.00	3 000	9 185	278	320 ^{e/}	2.5	-	2.5
<u>Programadas</u>												
Escuintla	1976	2-G	25.00	50.00	48.80	3 600 ^{e/}	8 500	170 ^{e/}	100 ^{e/}	4.5	0.5 ^{e/}	5.0
Escuintla	1977	1-V	53.00	53.00	49.80	2 800	19 080	360 ^{e/}	530 ^{e/}	2.3	-	2.3
Moyuta	1981	1-GT	30.00	30.00	28.50	-	31 500	1 050 ^{e/}	240 ^{e/}	-	-	-

a/ Agrupados según tipo y ordenadas por tamaño.

b/ D= Diesel, G= Turbogas, V= Vapor, GT = Geotérmica.

c/ A la fecha de instalación

d/ A precios de diciembre 1974. Véase el cuadro 10 para precios de combustible por país.

e/ Estimado

Cuadro 2

EL SALVADOR. CEL: CARACTERISTICAS DE UNIDADES TERMoeLECTRICAS^{a/}

Central	Año de insta- lación	Tipo y No. de unida- des <u>b/</u>	Potencia (MW)		Consumo promedio (kCal/ kWh)	Inversión ^{c/}		Costos fijos anuales de op. y man. <u>d/</u> (miles de \$CA)	Costos variables (cent. de \$CA/kWh) <u>d/</u>			
			Nominal	Firme		Total	Por kW		Combus- tible	Otros	Total	
			Por uni- dad	Total		total	Total (miles de \$CA)					instal- ado (\$CA)
<u>Existentes</u>												
Acajutla	1965	1-G ^{e/}	6.6	6.6	5.0	2 760	1 700	258	62	2.0	0.4 ^{f/}	2.4
Soyapango	1972	2-G	18.0	36.0	31.5	3 990	5 900	164	51	4.4	0.4 ^{f/}	4.8
Soyapango	1973	1-G	22.1	22.1	21.0	3 990	3 000	136	35	4.4	0.4 ^{f/}	4.8
Acajutla I	1966	1-V	30.0	30.0	28.5	3 050	7 100	237	242	2.2	-	2.2
Acajutla II	1969	1-V	33.0	33.0	31.5	3 030	6 000	182	242	2.2	-	2.2
Ahuachapán	1975	1-GT	30.0	30.0	28.5	-	24 500 ^{g/}	817	240	-	-	-
<u>Programadas</u>												
Ahuachapán II	1976	1-GT	30.0	30.0	28.5	-	20 500 ^{g/}	683	240	-	-	-
Ahuachapán III	1980	1-GT	30.0	30.0	28.5	-	28 500 ^{g/}	950	240	-	-	-
Geotérmica IV	1982	1-GT	30.0	30.0	28.5	-	30 900	1 030 ^{f/}	240	-	-	-
Geotérmica V	1983	1-GT	30.0	30.0	28.5	-	32 100	1 070 ^{f/}	240	-	-	-

^{a/} Agrupadas según tipo; ordenadas por tamaño.^{b/} D = Diesel, G = Turbogas, V = Vapor, GT = Geotérmica.^{c/} A la fecha de instalación.^{d/} A precios de diciembre de 1974. Véase el cuadro 10 para precios de combustible.^{e/} Unidad de "pistón libre".^{f/} Estimado.^{g/} Incluye 4 500 000 pesos centroamericanos como parte proporcional del costo del canal de aguas residuales.

Cuadro 3

HONDURAS. ENEE: CARACTERISTICAS DE UNIDADES TERMoeLECTRICAS^{a/}

Central	Año de instalación	Tipo y No. de unidades <u>b/</u>	Potencia (MW)			Consumo promedio (kCal/ kWh)	Inversión ^{c/}		Costos fijos anuales de op. y mant. <u>d/</u> (miles de \$CA)	Costos variables (cent. de \$CA/kWh) <u>d/</u>		
			Nominal		Firme total		Total (miles de \$CA)	Por kW instalado (\$CA)		Combustible	Otros ^{e/}	Total
			Por uni- dad	Total								
<u>Existentes</u>												
Santa Fé	1968	D-4	2.5	10.0	10.0	2 970	1 150	115	35	4.0	1.7	5.7
La Ceiba ^{f/}	1974	D-4	6.6	26.6	26.2	2 610	4 468	168	136	1.9	1.5	3.4
Miraflores	1972	G-1	13.6	13.6	13.6	4 900	1 713	126	18	6.1	0.4	6.5
La Puerta	1970	G-1	15.0	15.0	15.0	4 190	1 356	90	36	4.3	0.4	4.7
<u>Programadas^{g/}</u>												
Turbogas	1997	G-1	22.0	22.0	21.5	3 600 ^{e/}	2 180	99	55 ^{e/}	3.7	0.4	4.1
Vapor I	1992	V-1	100.0	100.0	94.0	2 460 ^{e/}	66 000 ^{e/}	660 ^{e/}	900 ^{e/}	1.7	-	1.7
Vapor II	1994	V-1	100.0	100.0	94.0	2 460 ^{e/}	69 800 ^{e/}	698 ^{e/}	900 ^{e/}	1.7	-	1.7
Vapor III	1996	V-1	150.0	150.0	141.0	2 420 ^{e/}	94 200 ^{e/}	628 ^{e/}	1 200 ^{e/}	1.7	-	1.7
Vapor IV	1998	V-1	150.0	150.0	141.0	2 420 ^{e/}	101 700 ^{e/}	678 ^{e/}	1 200 ^{e/}	1.7	-	1.7
Vapor V	2000	V-1	200.0	200.0	188.0	2 390 ^{e/}	141 200 ^{e/}	706 ^{e/}	1 600 ^{e/}	1.7	-	1.7

a/ Agrupadas según tipo; ordenadas por tamaño.

b/ D = Diesel, G = Turbogas, V = Vapor, y GT = Geotérmica.

c/ A la fecha de instalación.

d/ A precios de diciembre de 1974. Véase el cuadro 10 para precios de combustible.

e/ Estimado.

f/ Utilizan combustible tipo Bunker C.

g/ Se presumió que serán localizadas en la costa.

Cuadro 4

NICARAGUA. ENALUF: CARACTERISTICAS DE UNIDADES TERMoeLECTRICAS^{a/}

Central	Año de instalación	Tipo y No. de unidades <u>b/</u>	Potencia (MW)		Firme total	Consumo promedio (kCal/kWh)	Inversión <u>c/</u>		Costos fijos anuales de op. y mant. (d/ miles de pesos CA)	Costos variables <u>d/</u> Cent. de \$CA/kWh)		
			Nominal	Total			Total	Por kW instalado (\$CA)		Combustible	Otros <u>e/</u>	Total
			Por unidad									
<u>Existentes</u>												
Chinandega	1967	G-1	15.0	15.0	15.0	4 160	1 704	114	45	4.0	0.4	4.4
Managua I y II	1958	V-2	15.0	30.0	30.0	3 530	6 000	200	384	2.6	-	2.6
Managua III	1970	V-1	45.0	45.0	45.0	2 720	6 000	133	252	2.0	-	2.0
<u>Programadas</u>												
Puerto Somoza	1976	V-2	50.0	100.0	94.0	2 800	34 600	346	960 ^{e/}	1.8	-	1.8
Momotombo I	1979	GT-1	45.0	45.0	42.8	-	40 950 ^{e/}	910 ^{e/}	360 ^{e/}	-	-	-
Momotombo II	1980	GT-1	45.0	45.0	42.8	-	42 750 ^{e/}	950 ^{e/}	360 ^{e/}	-	-	-
Momotombo III	1981	GT-1	45.0	45.0	42.8	-	44 550 ^{e/}	990 ^{e/}	360 ^{e/}	-	-	-

^{a/} Agrupadas según tipo y ordenadas por tamaño.^{b/} D = Diesel; G = Turbogas; V = Vapor; GT = Geotérmica.^{c/} A la fecha de instalación.^{d/} A precios de diciembre de 1974. Véase el cuadro 10 para precios de combustible.^{e/} Cifras estimadas.

COSTA RICA. ICE: CARACTERISTICAS DE UNIDADES TERMOELECTRICAS^{a/}

Central	Año de instalación	Tipo y No. de unidades b/	Potencia (MW)			Consumo promedio (kCal/kWh)	Inversión c/		Costos fijos anuales de op. y mant.)d/ (miles de pesos CA)	Costos variables d/ (Cent. de \$CA/kWh)			
			Nominal		Firme total		Total (miles de pesos CA)	Por kW instalado (\$CA)		Combustible	Otros	Total	
			Por uni- dad	Total									
<u>Existentes</u>													
Guapiles e/	1974	D-1	0.15	0.15	1.00	2 800 ₡/	...	...	32.0	3.4	0.6	4.0
Guapiles e/	1972	D-1	0.25	0.25									
Guapiles e/	1972-73	D-2	0.30	0.60									
Siquirres e/	1972	D-1	0.20	0.20	1.75	2 800 ₡/	...	...	36.0	3.4	1.0	4.4
Siquirres e/	1974	D-1	0.25	0.25									
Siquirres e/	1972	D-1	0.30	0.30									
Siquirres e/	1974	D-2	0.50	1.00	1.30	2 800 ₡/	...	...	27.0	3.4	0.6	4.0
Santa Cruz	1969	D-1	0.30	0.30									
Santa Cruz	1973	D-1	1.00	1.00									
San Isidro	1973	D-1	0.30	0.30	1.30	2 800 ₡/	...	...	22.0	3.4	1.0	4.4
San Isidro	1973	D-1	1.00	1.00									
Limón e/	1972-74	D-7	1.00	7.00									
Limón e/	1967	D-3	2.50	7.50	13.00	2 800 ₡/	...	...	46.0	2.0	0.3	2.3
Colima g/	1956	D-4	2.97	11.88									
Colima g/	1962	D-2	3.83	7.66									
Liberia	1963-68	D-5	0.49	2.44	2.44	2 800 ₡/	5 491	144	35.0	3.5	0.9	4.4	
San Antonio 3	1973	G-2	19.05	33.10	37.10 ₡/	3 570			31.0	4.3	0.4 ₡/	4.7	
Barranca	1974	G-2	20.80	41.60	40.60 ₡/	3 480			31.0	4.3	0.4 ₡/	4.7	
San Antonio 1 y 2	1954	V-2	5.00	10.00	9.40 ₡/	4 410	2 214	221	62.0	3.8	-	3.8	
<u>Programadas</u>													
Mofn	1977	D-4	8.00	32.00	31.20 ₡/	2 500 ₡/	8 800 ₡/	275 ₡/	13.0	2.8	0.4 ₡/	3.2	

a/ Agrupadas según tipo y ordenadas por tamaño en cada Central; b/ D = Diesel; G = Turbogas; V= Vapor y GT = Geotérmica.
c/ A la fecha de instalación; d) A precios de diciembre de 1974. (Véase el cuadro 10 para precios de combustible;
e/ Serán interconectadas en 1977; f/ Valores estimados. g/ Utilizan Bunker C.

Cuadro 6

PANAMA. IRHE: CARACTERISTICAS DE UNIDADES TERMoeLECTRICAS^{a/}

Central	Año de instalación	Tipo y No. de unidades b/	Potencia (MW)		Consumo promedio (kCal/kWh)	Inversión c/		Costos fijos anuales de op. y mant.) d/ (miles de pesos CA) e/	Costos variables d/ (Cent. de \$CA/kWh)			
			Nominal			Total	Por kW instalado (\$CA)		Combustible	Otros e/	Total	
			Por unidad	Total								
Existentes												
Chiriquí	...	D-Varios	...	59.30	59.30	2 770	...	...	50.0	3.0	0.6	3.6
Panamá Occidente	...	D-Varios	...	9.50	9.50	2 705	...	...	57.0	2.9	0.6	3.5
Chitré	1972	D-2	2.00	4.00	4.00	2 600	2 680		24.0	2.3	0.6	2.9
Chitré	1972-75	D-4	2.50	10.00	10.00	2 600			60.0	2.3	0.6	2.9
Las Minas	1972	D-4	2.50	10.00	10.00	2 700			60.0	2.2	0.6	2.8
San Francisco	1973	D-3	2.50	7.50	7.50	2 700			45.0	2.3	0.6	2.9
Pedregal	1973	D-3	2.50	7.50	7.50	2 770			45.0	3.0	0.6	3.6
Aguadulce	1975	D-1	2.50	2.50	2.50	2 600	527	211	15.0	2.3	0.6	2.9
San Francisco	1964	G-1	14.00	14.00	12.00	4 540	1 508	108	42.0	3.8	0.4	4.2
Avenida Sur	1928	V-1	1.25	1.25	1.10	5 720			15.0	4.1	-	4.1
Avenida Sur	1930-45	V-3	2.50	7.50	7.20	4 700			90.0	3.4	-	3.4
Avenida Sur	1959	V-1	7.50	7.50	7.50	4 700			90.0	3.4	-	3.4
San Francisco	1949-53	V-2	6.00	12.00	11.00	4 500	3 382 g/		144.0	3.1	-	3.1
San Francisco	1960	V-1	12.60	12.60	11.00	4 500			150.0	3.1	-	3.1
Las Minas	1964	V-1	22.00	22.00	21.00	3 430	5 600	255	220.0	2.3	-	2.3
Las Minas	1969-74	V-3	40.00	120.00	112.50	2 960	23 224	194	1 200.0	2.0	-	2.0
En construcción												
San Francisco	1976	D-4	7.05	28.20	27.50	2 500 e/	7 614 e/	270 e/	113.0	1.7	0.4	2.1

a/ Agrupadas según tipo y ordenadas por tamaño; b/ D = Diesel; G = Turbogas; V = Vapor; GT = Geotérmica; c/ A la fecha de instalación; d/ A precios de diciembre de 1974 (Véase el cuadro 10 para precios de combustible); e/ Estimado;

f/ Información IRHE; g/ Promedio ponderado con la potencia.

Cuadro 7

ISTMO CENTROAMERICANO: RENDIMIENTO, INVERSION Y COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE UNIDADES DIESEL

País y Central	Potencia por unidad (kW)	Rendí- miento (kCal/kWh)	Inversión		Costos fijos de operación/año		Costos va- riables de generación (Cent. de \$CA/kWh) <u>a/</u>
			Año	\$CA/kW	Total (miles de pesos CA)	\$CA/kW	
<u>En operación</u>							
Guatemala							
Varias	0.5 a 1.44	2 760	1965-74	165	87.0 ^{b/}	6.55	0.24
Honduras							
Santa Fe	2.5	2 970	1968	115	8.75	3.50	...
La Ceiba	6.6	2 610	1974	168	34.0	5.15	...
Costa Rica							
Colima	2.97	2 830	1956	164	27.5	4.04	0.4
Colima	3.83	2 830	1962	202		4.04	0.4
Panamá							
Chitré	2.0	2 600	...	...	...	...	...
Varias	2.5	2 680	1975	211	...	...	...
<u>En proyecto</u>							
Honduras <u>c/</u>	12.0	2 334	1974	201	104.0	4.0	0.75
Panamá <u>d/</u>	2.5	2 880	...	...	...	...	...
Costa Rica, Moín	8.0	...	1977	345 <u>e/</u>	32.0	14.0	...

a/ No incluye combustible.b/ Para un total de 13.3 MW.c/ Naranjito Feasibility Study. Motor Columbus. Annex 10.8.d/ Development of the Electrical Power Systems of the Republic of Panamá. Final Report. Jan. 1974. Chas T. Main.e/ Datos estimados por el ICE.

Cuadro 8

ISTMO CENTROAMERICANO: RENDIMIENTO, INVERSIÓN Y COSTOS
DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TURBINAS A GAS

País y Central	Potencia por unidad (MW)	Rendi- miento (kCal/kWh)	Inversión		Costos fijos de operación/año		Costos va- riables de generación (Cent. de \$CA/kWh) a/
			Año	\$CA/kW	Total pesos	\$CA/kW	
<u>En operación</u>							
Guatemala							
Escuintla	12.5	4 300	1965-68	140	...	...	...
Laguna	12.5	4 300	1964	149	...	...	...
El Salvador							
Soyapango	18.0	3 990	1972	164	25.5	1.42	...
Soyapango	22.1	3 990	1973	136	35.0	1.58	...
Honduras							
Miraflores	13.6	4 900	1972	126	18.0	1.32	...
La Puerta	15.0	4 190	1970	90	36.0	2.40	...
Nicaragua							
Chinandega	15.0	4 160	1967	114	45.0	3.00	...
Costa Rica							
San Antonio	19.0	3 570	1973	144	31.0	1.63	...
Barranca	20.8	3 480	1974	133	31.0	1.49	...
Panamá							
San Francisco	14.0	4 540	1964	108	...	...	...
<u>En proyecto</u>							
Guatemala							
Escuintla	25.0	3 900	1976	176	...	...	...
Honduras b/	22.0	3 910	1997	99	...	...	...
Panamá							
Pacora c/	25.0	2 980	...	237	...	...	...
México d/	30.0	3 813					

a/ No incluye combustible.

b/ Naranjito Feasibility Study, Motor Columbus. Annex 10.8.

c/ Development of the Electrical Power System of the Republic of Panama. Final Report. January, 1974. Chas T. Main.

d/ Comisión Federal de Electricidad, México.

Cuadro 9

**ISTMO CENTROAMERICANO: RENDIMIENTO, INVERSION Y COSTOS DE OPERACION
Y MANTENIMIENTO DE CENTRALES A VAPOR**

País y Central	Potencia por unidad (MW)	Rendi- miento (kCal/kWh)	Inversión		Costos fijos de operación/año		Costos va- riables de generación (Cent. de \$CA/kWh) <u>a/</u>
			Año	Pesos CA/kW	Total (Miles \$CA)	\$CA/kW	
En operación <u>b/</u>							
Guatemala							
Escuintla	33	3 000	1972	278	...	...	...
El Salvador							
Acajutla I	30	3 050	1966	237	242	7.68	...
Acajutla II	33	3 030	1969	182	242	7.68	...
Nicaragua							
Managua III	45	2 720	1970	133	252	5.60	...
Panamá							
Las Minas I	22	3 430	1964	255	...	...	...
Las Minas II, III y IV	40	2 960	1969-74	194	...	...	...
<u>En proyecto</u>							
Guatemala							
Escuintla ^{c/}	53	2 800	1977	405	...	...	...
Honduras <u>d/</u>	50	2 530	1974	339	593	11.86	...
Honduras <u>d/</u>	100	2 460	1974	318	1 113	11.13	...
Honduras <u>d/</u>	200	2 390	1974	286	2 002	10.01	...
Honduras <u>e/</u>	100	...	1975	300	...	...	...
Honduras <u>e/</u>	150	...	1975	275	...	...	...
Nicaragua							
Pto. Somoza	50	2 520	1976	320	...	...	...
Panamá <u>f/</u>	75	2 475	1974	344	788	10.50	...
Panamá <u>f/</u>	125	2 475	1974	306	1 312	10.50	...
México <u>g/</u>	90	2 460	...	...	...	...	...
México <u>g/</u>	150	2 150	...	...	...	...	...

a/ No incluye combustible; b/ Se incluyen solamente las unidades con potencia mayor de 20 MW; c/ Datos estimados por el INDE; d/ Naranjito Feasibility Study. Motor Columbus, diciembre, 1974, Annex 10.8, Precios a julio de 1974; e/ Datos estimados por la ENEE en su programa de expansión; f/ Development of the Electrical Power System of the Republic of Panamá, Final Report, January, 1974. Chas T. Main; g/ Comisión Federal de Electricidad, México.

Cuadro 10

ISTMO CENTROAMERICANO: COSTOS DE COMBUSTIBLE EN LAS CENTRALES
DE GENERACION A DICIEMBRE DE 1974

(Pesos centroamericanos)

País y Central	Diesel		Bunker C	
	Por galón	Por barril	Por galón	Por barril
<u>Guatemala</u>				
San Felipe	0.369	15.50	0.277	11.63
Meléndrez	0.369	15.50	-	-
Escuintla	0.369	15.50	0.277	11.63
Castellana	0.394	16.55	0.292	12.26
Laguna	0.394	16.55	0.292	12.26
<u>El Salvador</u>				
Acajutla	-	-	0.257	10.79
Soyapango	0.377	15.83	-	-
<u>Honduras</u>				
Santa Fe	0.454	19.07	-	-
La Ceiba	-	-	0.248	10.42
Miraflores	0.421	17.60	-	-
La Puerta	0.344	14.45	-	-
<u>Nicaragua</u>				
Managua	-	-	0.254	10.67
Chinandega	0.320	13.44	-	-
Puerto Somoza	-	-	0.254	10.67
<u>Costa Rica</u>				
Colima	0.406	17.05	0.283	12.10
San Antonio	0.408	17.14	0.302	12.68
Barranca	0.417	17.51	-	-
Moin	0.401	16.84	0.244	10.25
Liberia	0.423	17.77	-	-
Otras	0.406	17.05	-	-
<u>Panamá</u>				
Ave. Sur	-	-	0.245	10.29
San Francisco	0.283	11.89	0.242	10.16
Las Minas	0.270	11.34	0.232	9.75
Panamá Occidente	0.361	15.16	-	-
Aguadulce	0.304	12.77	-	-
Chitré	0.304	12.77	-	-
Pedregal	0.369	15.50	-	-
Chiriquí (varias)	0.369	15.50	-	-

Cuadro 11

ISTMO CENTROAMERICANO. CENTRALES TERMoeLECTRICAS: DESCLOSE DE LA INVERSION EN
COSTOS DIRECTOS E INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION

(Porcentajes)

	Año de construcción				Total
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	
<u>Vapor</u>	20.0	40.0	40.0	-	100.0
Costos directos	19.0	37.0	34.0	-	90.0
Intereses	1.0	3.0	6.0	-	10.0
<u>Geotérmicas</u>	10.0	25.0	50.0	15.0	100.0
Costos directos	9.5	23.0	45.0	12.5	90.0
Intereses	0.5	2.0	5.0	2.5	10.0
<u>Turbinas a gas</u>	100.0	-	-	-	100.0
Costos directos	95.0	-	-	-	95.0
Intereses	5.0	-	-	-	5.0
<u>Diesel</u>	100.0	-	-	-	100.0
Costos directos	95.0	-	-	-	95.0
Intereses	5.0	-	-	-	5.0

Cuadro 12

ISTMO CENTROAMERICANO: COSTOS DIRECTOS E INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION DE CENTRALES TERMoeLECTRICAS
(Miles de pesos centroamericanos)

País y Central	Año de inicio de operación	No. de unidades y tipo	Potencia nominal (MW)		Inversión total	Costos directos				Intereses durante la construcción				
			Por unidad	Total		Año de construcción				Año de construcción				
						1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	
Guatemala														
Escuintla	1976	2-G	25.0	50.0	8 500	8 075				425				
Escuintla	1977	1-V	53.0	53.0	19 080	3 625	7 060	6 488	-	190	572	1 145	-	
Moyuta	1981	1-GT	30.0	30.0	31 500	2 993	7 245	14 175	3 937	157	630	1 575	788	
El Salvador														
Ahuachapán II	1976	1-GT	30.0	30.0	20 500	1 947	4 715	9 225	2 563	102	410	1 025	513	
Ahuachapán III	1980	1-GT	30.0	30.0	28 500	2 707	6 555	12 825	3 563	142	570	1 425	713	
Geotérmica IV	1982	1-GT	30.0	30.0	30 900	2 935	7 107	13 905	3 863	154	618	1 545	773	
Geotérmica V	1983	1-GT	30.0	30.0	32 100	3 050	7 383	14 445	4 012	160	642	1 605	803	
Honduras														
Vapor I	1992	1-V	100.0	100.0	66 000	12 540	24 420	22 440	-	660	1 980	3 960	-	
Vapor II	1994	1-V	100.0	100.0	69 800	13 262	25 826	23 732	-	698	2 094	4 188	-	
Vapor III	1996	1-V	150.0	150.0	94 200	17 898	34 854	32 028	-	942	2 826	5 652	-	
Turbogas	1997	1-G	22.0	22.0	2 180	2 071	-	-	-	109	-	-	-	
Vapor IV	1998	1-V	150.0	150.0	101 700	19 323	37 629	34 578	-	1 017	3 051	6 102	-	
Vapor V	2000	1-V	200.0	200.0	141 200	26 828	52 244	48 008	-	1 412	4 236	8 472	-	
Nicaragua														
Puerto Somoza	1976	2-V	50.0	100.0	34 600	6 574	12 802	11 764	-	346	1 038	2 076	-	
Momotombo I	1979	1-GT	45.0	45.0	40 950	3 890	9 418	18 428	5 119	205	819	2 048	1 023	
Momotombo II	1980	1-GT	45.0	45.0	42 750	4 061	9 832	19 238	5 344	214	855	2 138	1 068	
Momotombo III	1981	1-GT	45.0	45.0	44 550	4 232	10 246	20 048	5 569	223	891	2 228	1 113	
Costa Rica, Moín	1977	4-D	8.0	32.0	8 800	8 360	-	-	-	440	-	-	-	
Panamá, San Francisco	1976	4-D	7.05	28.2	7 614	7 233	-	-	-	381	-	-	-	

1944

1945

1946

1947

1948

1949

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959